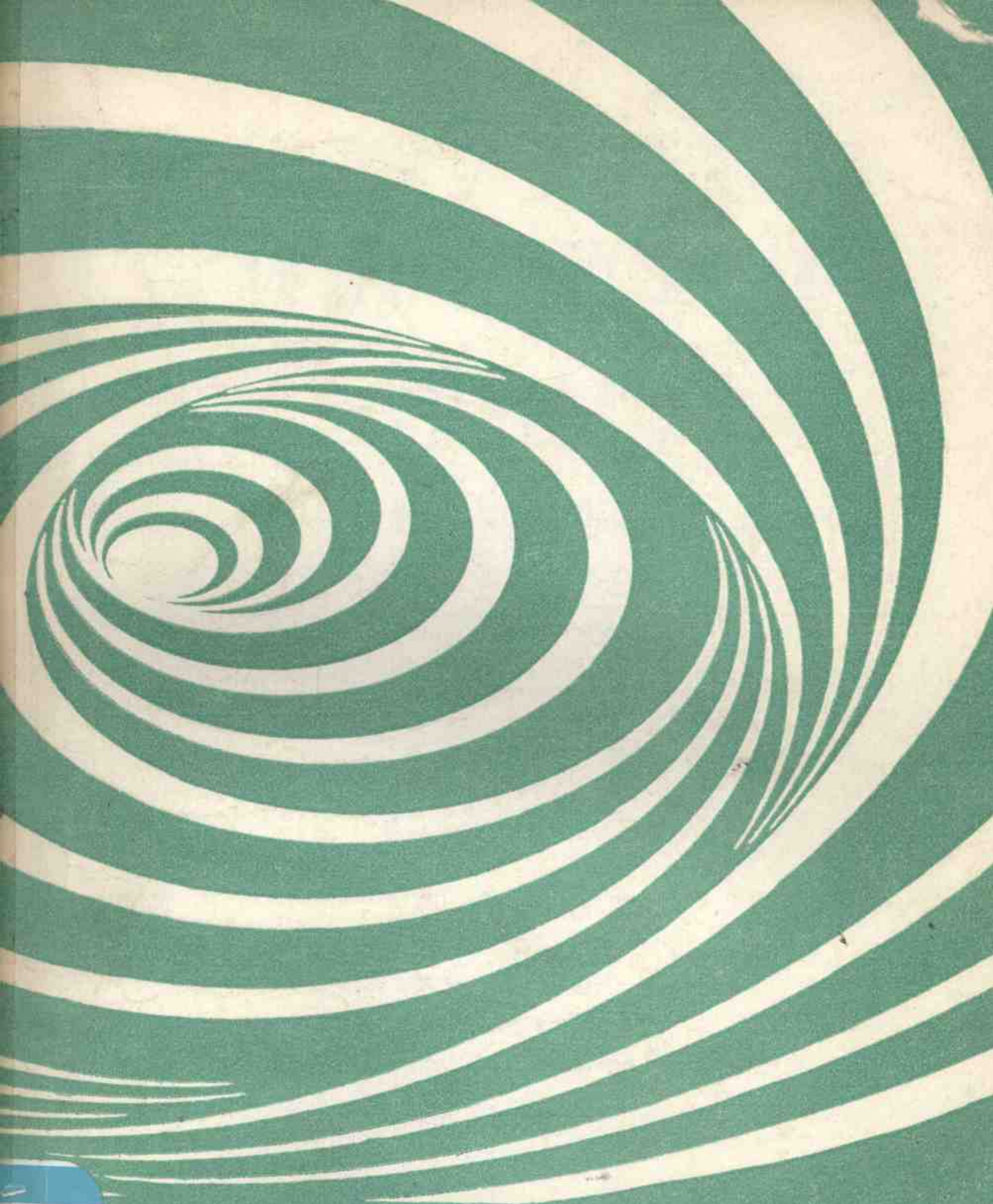




运动选材

吉林体育科技(运动选材专辑)

致 读 者

苏联莫斯科《体育运动》出版社于1983年出版了B·M·沃尔科夫和B·П·菲林合著的《体育运动选材》一书。体育运动选材是当代体育运动中的一个倍受重视,并且急待解决的重要课题。

B·M·沃尔科夫是一位生物学博士、教授。B·П·菲林是一位教育学博士、教授。二人在《体育运动选材》一书中,就目前体育界人士最关心的选材问题,从教育学和生物学方面,综合地阐述了自己的观点,并且还论述了体育运动选材方面的原则及方法。

《体育运动选材》一书共包括:“儿童发育的基本规律”、“体育运动天赋问题”、“与体育运动选材问题相关的优秀运动员模式特点”“体育运动技术形成规律——体育运动预测的基础”,“体育运动成绩的预测”以及“体育运动选材的组织工作与方法”等六个章节。

现将该书译成中文以供我国广大体育工作者借鉴。

——译者

一九八六年十月

体育运动选材

〔苏〕B·M·沃尔科夫

B·П·菲 林

翻译 裴列夫 张春林

审校 傅进

目 录

前 言	(1)
第一章 儿童发育的基本规律	(2)
第二章 体育运动天赋问题	(24)
第三章 与体育选材问题相关的优秀运动员模式	(35)
第四章 运动技术的形成规律——体育运动中的预测基础	(58)
第五章 运动成绩的预测	(71)
第六章 体育运动选材的组织工作和方法	(93)

前 言

当代体育运动的最突出的特点就是各国运动水平日趋接近，竞争日趋激烈，各项运动的纪录不断刷新，训练和比赛负荷日趋增大。为了取得较高的运动水平，没有8—10年的训练是实现不了的。这就不仅迫使运动员在训练中需要承受看起来不能承受的负荷，而且还要求运动员具备很强的思维能力。这一切都给训练工作增加了难度。

著名苏联冰球运动员B·马依奥洛夫在自己的著作中曾这样写到：“目前在这个体育运动日新月异地更新时代，一切都要变得越来越复杂。摆在运动员面前的，不是光辉的成就，就是巨大的牺牲。有时，体育运动就象熊熊燃烧的篝火，将青春象一片薄纸一样无情地烧为灰烬。这里指的不是健身体育，而是指高水平的体育竞技。这绝不是抽象的哲理，而是我亲眼所见的悲剧。我有多少亲密的朋友，还在很年轻的时候，就被体育运动无情的篝火将他们的体育才能毁灭。我可以断言，他们也曾是钢铁般的汉子。”

现代体育运动已进入了一个运用多学科知识，综合地去寻找体育运动天才的时期。各项体育运动都在细心地挑选能够承受日益增长的运动负荷和适应快速成材的运动员。然而，在体育运动的实践中，有许多本来很有天赋的运动员，在他们还很年轻的时候，就不得不退出体坛。在某种程度上讲，造成这种悲剧的不是别人，正是教练员本身。由于他们不了解少年运动员的个性，不了解运动员成材的规律，而误人子弟。

世界及奥运会体操冠军沃洛宁写到：“体育运动天才也象著名的音乐家、表演艺术家和画家一样稀少。某一位本来可以成名的运动员而未能成名，这是不可挽回的损失。假如象布鲁梅尔或者格里申这样的巨星在成材之前就陨落了，我们该是失去多么大的财富……”

体育运动训练问题涉及广泛。这里即有组织方面的，方法方面的，也有科学方面的问题。这些方面的问题又和少年运动员多年训练的指导工作密切相关：

1. 在训练少年运动员过程中，首先要严肃地对待训练任务、训练方法与手段的可行性。
2. 要坚持不断地加大运动量的原则。要增加少年运动员全面身体训练和专项身体训练的方法和手段。
3. 要从运动量和运动强度方面注意训练负荷的增加。
4. 要坚持循序渐进地增加运动量和运动强度的原则。

充分了解和掌握少年运动员的身体各器官的发育规律、各运动器官的完善情况、能量代谢水平以及做功能力等，对指导少年运动员的训练工作是非常重要的。

到目前，对少年运动员的训练指导问题，对体育运动选材问题，不同的人有不同的理解。因此，应对于上述有关问题的一些定义做一个统一的解释。

※B·马依奥洛夫所著《我是怎样看待冰球运动的》，载于《十月》杂志1969年第十期

体育运动选材是从教育学、心理学、社会学、医学——生物学角度去研究儿童、少年成长发育特点，并在此基础上挑选出适合某一项目或某些项目体育运动人材的组织计划体系。

体育运动定向是一个用于确定少年运动员专项化目标的组织计划体系。

体育运动选拔是在多年训练过程中，根据运动员的运动水平进行阶段性选优的体系。

体育运动的选材工作建立在充分了解从事某一具体运动项目的优秀运动员综合模式特点的基础之上。体育运动选材工作的复杂性就在于，不仅需要了解一个优秀运动员的最终成就的模式特点，而且还必须充分了解优秀运动员成长过程中每个阶段的模式特点。只有在充分了解到一个优秀运动员成长的全过程，才能有助于教练员有的放矢地去训练少年运动员。

每个运动员因受其家长的遗传因素的影响和所处生活环境的不同，他（她）们的身体发育过程也各不相同。因此，体育运动选材工作，在某种程度上受一定的条件限制。要确定一个少年儿童是否可以成为优秀运动员并非易事。从这一点来讲，教练员的作用就突出出来了。教练员在掌握了少年运动员身体发育特点，遵循运动员成材规律，考虑到运动成绩提高的速度，帮助运动员形成自己的运动特长，最后将运动员培养成天才。为此，体育运动选材必须建立在科学的基础上。只有这样，才能确定出少年运动员的唯一正确的发展方向。

由于本书篇幅所限，我们无法就某一个具体的运动项目来谈体育运动选材问题。因此，我们只能就体育运动的整体来阐述我们的观点。在条件允许的情况下，我们在此书中向读者提供一些建议、测试方法和测试指标。读者可以根据自己的需要来确定取舍。为了保证体育运动选材工作的效率，每个从事这项工作的人都必须集广大教练员之经验，掌握丰富的实验数据。这一点，在体育运动选材工作中具有很重要的意义。

第一章 儿童发育的基本规律

身体发育概述

在一个人的身体发育过程中，存在着一系列形态、生物化学和生物功能方面的变化。人体发育学中，有两个最基本的概念——‘生长’和‘发育’。生长一般地是指身体质量的变化过程。发育是指随着身体质量的变化，并基于身体质量变化而产生的器质性变化的过程。

以下九项基本原理构成了人体发育科学。

1. 生长和发育受遗传基因的限制。但是，遗传因素只能在不外界环境影响的前提下决定身体的发育。遗传基因的最终作用，则取决于外界环境的影响。

2. 生长和发育是朝着一个方向不可逆地进行着。在人的一生中，在不同的阶段，生长和发育的速度是不同的。有时发育的速度较快，有时发育的速度较慢，有时发育的速度呈现相对稳定状态。

3. 身体各器官的发育速度也不均衡。也就是说,在不同的年龄阶段,有不同的器官趋于成熟。比如在性成熟阶段,身体的非时发育可能加强。

4. 遗传基因的影响和外界环境对身体发育的影响是随着年龄的增长而变化。人在幼年时期,特别是在青春期,身体器官对于外界刺激的敏感性增强。

5. 外界环境因素影响的大小,取决于刺激的强弱。弱刺激可能对身体不产生任何影响,强刺激则会抑制身体的发育。只有适中的刺激才会对促进身体的发育产生良好的作用。

6. 外界环境作用的效果还取决于身体反射的规模。反射规模的大小是因人而异的。身体反射的规模大小取决于一个人的年龄、性别、个别特征、训练程度以及其它一些因素。

7. 在人体发育的不同阶段,体内物质代谢和能量代谢,即同化过程(物质的产生、吸收和能量积蓄)与异化过程(物质的分解、氧化和能量的消耗)之间的关系发生着变化。幼年,在身体成长形成阶段,体内的同化过程占主导地位。这一时期,体内的物质和能量代谢比较急剧,体内产生着比较复杂的有机化合物。

8. 随着年龄的增长,人体神经和体液功能调节的性质也在改变。比如,随着年龄的增长,心血管系统产生的变化,反映出交感神经和迷走神经所起的影响。在幼年时期,儿童处于静止状态时的心率很高。这主要是交感神经功能作用的结果。随着年龄的增长,静止状态心跳频率逐渐减缓,这又说明迷走神经所给予的较强影响所致。

9. 对于人格的形成,社会环境和教育具有特别重要的意义。适当改变环境和教育方式,都会给人格的形成带来良好的作用。

年龄段的划分。生命的每个阶段都有自己的特点。在不同的年龄阶段,身体的构成和各器官的功能都有所不同。因此,根据这一点我们可以将人的一生划分为几个阶段。

A·Г赫利普科夫于1978年将学龄期年龄划分成以下三个阶段:

1. 小学生年龄阶段 男8—12岁
 女8—11岁
2. 中学生年龄阶段 男13—16岁
 女12—15岁
3. 青少年阶段 男17—21岁
 女16—20岁

从一个年龄阶段过渡到另一个年龄阶段,身体发育都要经历一个转折时期。这时身体不仅产生着数量上的变化,而且还产生了质的变化。在转折时期,受遗传基因限制的身体的某些结构自然地趋于完善。身体结构的完善又保证了与该年龄阶段特征相适应的生理变化的要求(И·А·阿尔沙夫斯基)。

生长年龄和生物年龄。身体的发育在不间断地进行着。年龄阶段是相对论的产物。因此,很难准确指出一个年龄阶段的终了和另一个年龄阶段的开始。另外,每一个人的身体发育过程都有自己的特点。因此,一个人除了有自己的生长年龄以外,还有一个生物(即生理)年龄。一个儿童的生物年龄是可以根据儿童本身的身体发育、运动机能、性机能成熟程度、骨骼骨化程度和牙齿发育程度来确定。生长年龄完全可能与生物年龄

不符。因此，身体发育较差的儿童生物年龄可能比生长年龄晚一到两年。相反，身体发育很好的儿童，他（她）们的生物年龄可能比实际生长年龄早一到两年。

运动能力的提高

运动器官。儿童发育过程中，骨骼进行着骨化。在不同的发育阶段，有不同部位的骨骼在进行着骨化过程。男人的锁骨、肩胛骨是在20—25岁期间完成骨化过程。腕骨是在16—17岁之间完成骨化过程。手指骨是在9—11岁期间完成骨化。女子身体各部骨骼骨化时间比男子早1—2年。因此，骨龄是判断真实的生物年龄的标准。在实践中，人们常常参照利用X光拍摄手的照片来判断儿童生物年龄。

儿童的骨骼在发育中变长、加粗。骨骼的发育速度很不均衡。在一个年龄阶级，骨骼发育速度较快，在另一个年龄阶段，骨骼发育速度则可能减慢。整个骨骼发育，一般是在20—24岁期间完成。随着年龄的增长，骨骼的化学成分也在不断的变化，骨骼的钙、磷、镁的含量在增大，骨骼的强度随之而增加。骨骼内部有人体造血器官——红骨髓。随着年龄的增大，造血器官的功能在不断完善。

骨骼组织的发育，在很大程度上受限于肌肉组织的生长。儿童的肌肉不同于成年人的肌肉。肌肉的质量随年龄的增长而增大。肌肉质量的增大过程也是不平衡的。在15岁以前的十五年里，肌肉质量增加9%。而十五岁以后的2—3年内（从15岁到17、18岁）肌肉质量则增加12%。下肢肌肉比上肢肌肉增长速度快。伸肌要比屈肌增长速度快。哪些肌肉最早起作用，哪些肌肉承受的负荷大，那些肌肉质量就增长得快。

肌肉质量的增大是肌肉加粗、增长所致。六岁儿童的二头肌的直径和小腿四头肌的直径比出生时加大3—4倍，而到17岁时能加大6—8倍。

12—14岁儿童的绝大部分肌肉被各种形式的结缔组织所加强。然而，在一定程度上，还是弱于成年人的肌肉。自人体形成之时，神经纤维排列于骨骼肌中，但是神经——肌肉器官却是在后期形成的。

随着年龄的增长，肌肉的兴奋性和功能易变性（即肌肉的活泼性）发生了改变。肌肉做功的频率已达到成年人的水平。

随着身体发育的进程，调节肌肉活动用力程度、活动速度和活动空间准确性的运动感觉系统也在逐渐形成。这里举一个例子加以说明：请一些不同年龄的小学和中学学生做蒙目走路测试。测试的目的是要确定哪一年龄阶段的学生控制行走方向能力最强。测试结果表明，年龄越小，偏离预定方向越大，13—14岁的学生偏离最小。这就说明，这一年龄的学生，运动感觉系统的功能已近完善。另外可以采用立定跳远来测定肌肉的用力程度和空间准确性（B·C·法尔菲尔1975年）。运动感觉系统形成与基本运动方式的形成与运动素质的提高同时进行。

运动能力的提高*。儿童在学龄前阶段，逐渐掌握一些运动能力，如行走、跑动、

*为了使读者对于这个问题了解得更清楚，我们向读者推荐以下作者的作品：B·П·菲林与H·A·弗明合写的《青少年运动基础》，莫斯科“体育”出版社，1980年；B·C·法尔菲尔写的《在体育运动中如何掌握动作》，莫斯科“体育”出版社，1975年。

跳跃等。儿童在出生后的第二年便学会走路。之后，走路的步幅逐渐增大，步频逐渐减小，行走时，身体晃动也随之越来越轻。在3—4岁阶段，儿童行走和跑动行为之间出现明显界限。到8岁的时候，儿童行走的步幅与步频之间关系明显地接近成人的水平。

从行走到跑动的过程是身体腾空时间增长，支撑时间缩短的过程。从3岁到10岁间，儿童跑动时的身体留空时间增长了两倍以上。随着年龄的增长，跑动时间的步幅也在加长，跑动速度因而加快。儿童在7岁时，其最高跑动速度可达4.55米/秒。到了12—13岁阶段，最高跑动速度可达5.78米/秒。在15—16岁期间，最高跑动速度可达7.5米/秒。在19—29岁期间，最高跑动速度（运动健将级短跑运动员跑速）可达9.77米/秒。

7—8岁儿童的速度耐力不如青少年，在这一年龄阶段还不具备保持高速跑动的能力。

跳跃能力的形成是建立在肌肉力量和速度的基础上。因此，儿童只能是在出生后的第三年，才会具备跳跃能力。随着年龄的增长，跳跃的距离也逐渐增长。男孩在13岁以前，女孩在12岁以前，跳跃能力提高最明显。这一年龄之后，到17—18岁阶段，跳跃能力提高速度大幅度减慢，并开始出现停滞现象。

已经得到的观测结果证明，少年儿童从13—14岁到15—16岁阶段，跳跃能力提高得最快。

跳跃能力的增长体现在腿部踏蹬动作的速度和力量的提高方面。因此，在11—18岁期间，在做跳跃动作时，踏脚速度加快，支撑时间缩短，缓冲力量加大（见表1）。

表1 少年、青少年女子跳远运动员踏蹬动作的某些指标

年 龄	踏 脚 速 度 (米/秒)	支 撑 时 间 (米/秒)	垂 直 缓 冲 力 量 (公斤)
11—12	8.05	152	53.2
13—14	8.22	140.2	66.8
15—16	8.63	136.2	110.2
17—18	8.79	132	124.5

运动素质的提高

运动素质的提高。运动素质的提高与运动能力的形成之间有着密切的联系。运动素质在动作的完善过程中得到提高。

人的运动素质不同时，也不均衡地形成。在不同的年龄阶段，运动素质的提高幅度也有所不同。身体的一系列器官的功能状态决定着运动素质的提高。比如心血管系统、呼吸系统功能强弱以及节能能力决定着一个人的耐力水平的高低。

肌肉力量、骨骼和肌纤维的发育与关节部位韧带功能的提高有着密切的关系。在做功时，支配个别肌肉并使之协调做功的神经支配能力影响肌肉力量的发挥。

儿童到了4—5岁年龄阶段，手的屈肌和伸肌力量分别为5.22和4.61公斤，腰背部屈肌和伸肌力量分别为8.17和14.65公斤〔A·B·柯洛勃科夫〕。另外一些肌肉的力量是在14岁到17岁阶段增长得最快。腰背部伸肌的力量从11岁到14岁由72公斤增长到90.8公斤。而从14岁到17岁腰背肌肉的力量可增长到144公斤。

大腿和腰背部伸肌的力量增长得最快，上肢屈肌力量增长得比较缓慢。身体的大部分伸肌力量比大部分屈肌力量增长得快。由于个别肌肉的力量增长得不均衡，所以在每一个年龄阶段，身体各部肌肉的力量关系始终在变化。

14岁以后，为了提高肌肉力量，我们建议采取各种各样的负重训练和适中的静力练习内容，训练负荷不要过大。在这个年龄阶段，肌肉力量练习的训练负荷过大会影响身体的正常发育。

速度素质是由运动反应的潜伏时间，单一动作的速度和动作的频率决定的。其中某单一速度的快慢，并不一定能说明一个人所具有的速度素质的优劣。很可能一个人有很好的速度素质，但是他的运动反应速度很可能不佳。

速度素质由神经过程的活泼程度、在中枢神经系统的支配下的肌肉协调能力、肌肉的构造方面的特点以及肌肉收缩性能的优劣所决定的。

运动的反应速度与年龄有关。儿童在2—3岁的时候，运动反应的潜伏时间为0.5—0.9秒。随着年龄的增长，运动反应的潜伏时间逐渐缩短。到了5—7岁阶段，运动反应的潜伏时间缩短到0.3—0.4秒。到13—14岁阶段，这项指标已接近成年人水平。这时的运动反应潜伏时间已达0.15—0.2秒。对于不同的肌肉群来说，它们的运动反应的潜伏时间缩短的程度不一。手指肌肉和前臂屈肌的运动反应潜伏时间缩短的速度较快。腰背部、大腿和小腿屈肌的运动反应潜伏时间缩短的速度较慢。在不同的年龄阶段，各部肌群的运动反应潜伏时间的缩短速度并不均衡。9—11岁之前，运动反应潜伏时间缩短的较快，在这个年龄阶段以后逐渐放慢。特别是在13—14岁以后则更慢。但，儿童是在9—12岁阶段接受体育训练的话，他（她）们在运动反应潜伏时间缩短速度方面要比未接受体育训练儿童快得多。如果在这一年龄阶段不加以训练，那么所产生的差距在今后的时间里则无法弥补（A·B·柯洛勃科夫）。

只有在儿童到了3—5岁阶段，才可以区别出他们所做动作的速度。这时，动作的角速度为26.1—37.1度/秒。随着身体的发育，动作速度在加快。到13—14岁阶段，单一动作的速度已接近成年人水平，而这时的动作角速度明显地增大到42—83.1度/秒。

少年运动员在13—14岁时，动作的速度已达到很可观的程度。在以后的年龄阶段，与不从事体育运动的少年比，接受体育运动训练的少年在动作速度方面，一直保持着优势。但是，差别有所缩小。这一点再一次说明了，早年（9—13岁）阶段提高动作速度训练的有效性。

动作的频率能说明速度素质的优劣。儿童和成年人一样，身体不同部位的动作频率不同，上肢的动作频率较高，下肢的动作频率则较低。

肘关节部位的最大动作频率（10秒钟内所动作的次数），从4岁到17岁之间增长了

3.3—3.7倍。在自行车功力器上, 11岁儿童在15秒钟之内, 最多蹬踏次数为38次。随着年龄的增长, 动作频率不断增大, 到18岁时蹬踏次数增加到47次。

在不同的年龄阶段, 一般人的最大动作频率的提高速度不尽相同。年递增率最高的年龄阶段为4到6岁和7到8岁。在以后的年龄阶段, 最大动作频率的提高速度逐渐减缓。

在运动训练的作用下, 少年运动员的动作频率要比平常人的高。在9—12岁阶段, 动作频率提高幅度最为显著。在其它年龄阶段, 安排提高动作频率的训练, 其效果不大。有关方面的专家们认为, 在9—12岁阶段, 身体发育为提高动作的频率准备必要的条件。

耐力。随着年龄的增长, 无论是做静力性功还是做动力性功, 其做功的耐力都有明显的提高。3岁儿童, 手指屈肌作静力功的持续时间增大了3—4倍。不同的肌群, 在不同的年龄阶段, 其耐力的增长速度也不均衡。

儿童在8—11岁年龄阶段, 腰背部伸肌的耐力水平较低, 前臂的伸肌和屈肌的耐力水平较高。在11—14岁年龄阶段, 腓肠肌的耐力提高得较快。无论男性还是女性, 在13—14岁阶段, 他(她)们的前臂屈肌和伸肌, 腰背部伸肌的静力性耐力水平有些下降(见图一)。但是, 与此同时, 动力性耐力水平却有明显的提高。从14—15岁的男、女少年在自行车功力器上所表现出的做功能力来看, 要比8—9岁男、女儿童的做功能力高2—2.3倍。

少年运动员不仅具备很高的做功能力, 而且这时的做功能力提高得很迅速。如少年女子游泳运动员在8—15岁期间, 她们的做功能力提高了3倍, 而男子少年运动员在这一年龄阶段, 他们的做功能力提高了3.4倍(C·B·季赫文斯基)。

随着年龄的增长, 做功(提重物的练习, 其重物重量为最大重量的 $\frac{1}{2}$)时间可能延长。11—12岁少年做功的量为36.5公斤/分。成年人做功量是这个量的3.5倍。

灵敏性。协调动作的能力即灵敏性, 是在运动支配中枢机制的复杂作用下产生的。准确地空间判断是灵敏性的一种表现。儿童在7岁以前(4—6岁期间)灵敏性还很不发达。在7—10岁年龄阶段, 灵敏性提高得很快。在10—12岁年龄阶段, 对空间判断的准确性处于稳定状态。在14—15岁年龄阶段, 对于身体的某些部位所处空间位置的判断能力有所下降。到了16—17岁年龄阶段, 这种空间判断能力已接近成年人水平。系统的体育运动训练有助于提高对空间进行准确判断的能力。

随着身体的发育, 鉴别动作速度的能力也在改变。这样, 到了7—8岁年龄阶段, 我们看到儿童在自行车功力器上还不能准确地, 按指定速度完成规定动作。随着年龄的增长(到了13—14岁), 速度感有了明显的提高, 鉴别动作速度的能力接近成年人水平(B·C·法尔菲尔, 1975年)。因此, 随着肌肉活动支配能力的提高, 少年运动员到11—14岁年龄阶段, 就能够完成协调性很强的动作。

柔韧性。一个运动员的柔韧性、动作幅度的大小取决于关节部位的灵活程度、肌肉和韧带的弹性。而这一切又受中枢神经系统的支配。

随着身体的发育和年龄的增长, 柔韧性也在不均衡地变化。在男子7—14岁、女子7—12岁年龄阶段, 脊椎伸展灵活性提高比较明显。随着年龄的增长, 柔韧性的提高速

度减缓。儿童在7—10岁年龄阶段，脊椎弯屈的灵活性有明显的提高，到了11—13岁阶段，柔韧性的提高速度减缓。经过训练，男子在15岁，女子在14岁时，柔韧性可以达到最佳程度。这一时期的主动柔韧性可以达到最佳程度。这一时期的主动柔韧性要比被动柔韧性差。到了12—13岁年龄阶段，肩关节部位的伸展和弯曲动作的柔韧性便不再提高。在7到10岁期间，髋关节部位的柔韧性提高得比较快。到了成年人年龄，柔韧性就不再提高了。

运动素质的发展特点。运动素质的形成和发展不仅受成长年龄，而且还受生物年龄的限制。生物年龄越大，肌肉所具备力量也就越大，这已成为规律。一些不同生长年龄的少年，如果他们的性成熟程度相等，那么他们就具备同等水平的肌肉力量（B·M·沃尔科夫，T·И·维尔彼茨基）。

同处于一个年龄阶段的运动员，因其从事的体育项目不同，肌肉力量也不等。少年运动员（体操运动员、摔跤运动员、击剑运动员、冰球运动员、篮球运动员、排球运动员）在性成熟程度上都超越自己的同龄人，因而肌肉力量也就比同龄人的大。这说明，体育运动不仅使肌肉力量变化与生物年龄之间的关系越来越一致，而且使这种关系越来越密切。

在我们让运动员完成速度性和速度力量性练习内容时，我们也发现了上述关系。如同是14岁的一些运动员，其中一部分性成熟程度不高，他们的立定跳远和三级跳远的成绩分别为175.5厘米和531.5厘米。而另一部分性成熟程度较高的运动员，他们的立定跳远和三级跳远的成绩分别为210厘米和628厘米。这一现象说明，在体育教学和运动训练过程中，在制定测试指标（定额）的过程中，不仅必须参照运动员的生长年龄，而且还必须注重观察成长的特点及身体的发育情况。

为了判断少年儿童的生物年龄，通常参照以下指标，如第一、第二性征的发育程度。对于女子可以参照月经初潮。第一、第二性征的发育程度，可以从以下几个方面去判断，比如看腋毛（A）阴毛（P）发育程度。对女子来讲，还可以参照乳腺（Ma）的发育程度，月经初潮（Me）的时间等等。归纳一下，说明男子第一、第二性征发育程度的公式为 AP。说明女子第一、第二性征发育程度的公式为 AP Ma Me。表二、表三中列出性成熟程度的特点※。

能量供给系统的发育

蛋白、脂肪和碳水化合物的代谢。机体只有在不断摄取营养物质的条件下得到发育。营养物质是机体发育过程中的能量来源。因此，科学的营养，对于儿童的机体发育和智力的提高，都具有举足轻重的意义。蛋白是构成细胞的主要物质。在人体中，蛋白参与许多代谢过程。发育过程中的机体，不论是那一器官的构成，都离不开蛋白。因此，我们应该使青少年运动员的蛋白摄取量高于消耗量。蛋白也是机体活动的能量来源。少年

※有关这方面详细资料，请参阅B·M·札茨奥尔斯基所著，莫斯科“体育”出版社于1979年的《体育测量学基础》一书。

运动员应以摄取动物蛋白为主。

表2

运动员腋毛 (A) 和阴毛 (B) 发育阶段

性发育公式		体 毛 发 育 程 度
A ₀	P ₀	不存在明显的体毛特征。
A ₁	P ₁	在腋窝中央部位和耻骨部有微量体毛。
A ₂	P ₂	虽然可以观察到明显的体毛, 但分布面积尚小, 还不足复盖整个腋窝和耻骨部。
A ₃	P ₃	腋窝体毛复盖丰满, 耻骨部形成明显的三角形体毛复盖面。
	P ₄	耻骨部体毛复盖面向腹部延展并形成棱形复盖面。

表3

女子乳房发育阶段

发育公式	发 育 程 度
Ma ₀	乳腺体尚无发育。
Ma ₁	乳房无明显隆起, 但乳头有明显增大。
Ma ₂	乳房略有隆起, 乳晕明显扩展, 乳头形状较 Ma ₁ 阶段无明显变化。
Ma ₃	乳房明显隆起, 乳头形状和乳晕大小仍保持在 Ma ₂ 阶段水平。
Ma ₄	乳房明显增大, 乳房隆起明显, 已接近成年女子程度。

碳水化合物是少年运动员重要的能量来源。在儿童或少年时期的运动员肝脏和肌肉里, 碳水化合物的储量很小, 碳水化合物转化为能源的能力很差。因此, 当肌肉承受较大负荷时, 往往会导致血糖含量的降低 (H·H·雅柯伏列夫, 1962年)。

脂肪占少年儿童所需能源物质的30—35%。脂肪不仅仅是重要的能量来源, 而且在细胞构成, 维生素转换过程中起主要的作用。这一点对儿童发育十分重要。

表四列出少年儿童昼夜蛋白、脂肪和碳水化合物消耗情况。

表4

运动员一昼夜间每公斤体重所消耗的物质 (克) 情况

年 龄 (岁)	蛋 白	脂 肪	碳水化合物
4~7岁	3.0~3.5	3.0~2.5	12~4
7~12岁	2.5~3.0	2.5~2.0	9~11
12岁以上	2.0~2.5	1.5~2.0	8~10

血液与血液循环。不同年龄的人,体内血液的总量不等。按每公斤体重计,7~12岁血液量为70毫升;成年人,血液量为50~60毫升。人在儿童和少年时期,血液里葡萄糖的含量很低。7岁时,血液中葡萄糖的含量为70~80毫克%,而在12~14岁阶段为90~120毫克%。儿童和少年运动员的血液中,血红蛋白的含量比成年人的低。这样,动脉血液中的氧含量也就相应地低(H·H·雅柯伏列夫,1962年)。

如果将少年儿童和成年人相比较,承受较长时间和较紧张负荷之后,儿童、少年的血液中出现的小血小板数量比成年人的多。较紧张的负荷能够加速血液的凝结。如果儿童、少年和成年人承受同样的负荷(按每公斤体重来计算),那么在承受负荷之后,儿童、少年的血液变化保持时间较长。成年人一般经1.5~2小时即能恢复正常,而儿童、少年则需要6个小时(A·A·马尔科祥1969年文献)。

同样都在缺氧的条件下(高山或在低压仓内),少年儿童血液中的红血球数量及血红蛋白含量变化明显,并且这些变化要比成年人出现得早(A·3·科尔钦斯卡亚,1973年)。

随着人体的发育,心脏的体积也在增大。系统的训练,特别是旨在提高耐力的训练,虽然能够促使少年儿童心脏肌肉质量增加,但在心脏肌肉质量方面与成年人相比还差甚远。心脏的发育是伴随着血管腔隙的扩大进行的。血管腔隙的扩大、心脏的发育,都为工作着的机体器官充分供血创造了良好条件。肌肉的活动会促进新的血管生成。新的血管不断生成又会加强人体外周的血液循环。随着运动员年龄的增长,心脏收缩周期逐渐地变化。6~7岁的儿童的心脏收缩周期为0.64秒,12~14岁时为0.72秒。心脏收缩频率(以下简称心频,译者注)逐渐降低,7岁时为85~90次/分,14~15岁间为70~80次/分。少年儿童的心频因受内、外环境刺激因素的影响而经常出现波动。从事耐力训练的运动员,处于静止状态的心频逐渐降低。

在承受同等负荷的条件下(在自行车功力器上做五分钟功),不同年龄的运动员有不同的心率。17岁以下少年运动员的心率为120次/分,17~18岁少年运动员的心率则为72次/分。这一现象说明,年龄大一些的运动员对于所承受的负荷已经有所适应。

少年运动员在较紧张的训练过程中,他们的心率变化很可能超过成年人水平(表五)。但是与做功前的心率水平相比较,心率增长的幅度却比成年人的小。随着年龄的增长,心率增长幅度加大,这说明身体的潜在能力在不断提高。

表5 **少年运动员以最大能力做功时的心率**
(O·C·耶里札洛夫)

年 龄	13	14	15	16	17	18
心率次/分	205	207	199	191	188	188

在做功时,心率增大的程度是随年龄的增长而变化。少年儿童在做功的时候,不论负荷以什么形式增加(强度的增加,作功时间的延长,动作重复次数的增加,间歇时间的缩短),脉搏次数都比成年人要有明显的增加。让11~12岁儿童和18~20岁青少年在自行车功力器上做功。在做功的过程中,将工作速度增大一倍,其结果11~12岁儿童心率增加79%,而青少年的心率只增加21%(A·B·洛马绍夫1970年)。

做功后心率恢复正常的速度也受身体所承受的负荷大小和年龄大小的限制。在所承受的负荷不大的情况下，11—14岁的儿童心率恢复正常的速度要比成年人快。在承受较大负荷后，心率恢复正常的速度较慢（B·M·沃尔科夫1969年）。

随着身体的发育，心脏一次搏血量和每分钟搏血量的绝对值在增长。但是相对（按每公斤体重）搏血量却随着年龄的增长而减少。

心脏容积越小，身体潜在能力较差的儿童在做功后，心脏一次搏血量和每分钟搏血量增加的量要比成年人的越小（表6）。

**表6 肌肉紧张做功时，心脏一次搏血量和每分钟搏血量
随年龄增长而产生的变化情况
(A·3·柯尔钦斯卡亚)**

指 标	年 龄			
	8—9	10—11	14—15	成年人
心脏一次搏血量 (毫升)	69.8	79.8	117.5	139
每分钟搏血量 (升/分)	13.5	15.7	20.1	25—26

年龄越小，做功后的脉搏次数增加得越多，心脏每分钟的搏血量也就越大。

随着年龄的增长，动脉压也在增高。13—16岁少年的动脉收缩压有时会短时间地增高到130—140毫米水银柱（青少年血压）。

呼吸。伴随着身体的发育，呼吸功能也在不断的加强。肺活量明显增大。13—14岁儿童的肺活量为2447毫升，而到了17—18岁年龄阶段，肺活量增至4060毫升。青少年运动员的肺活量，随着年龄的增长而增大的幅度较大。儿童处于静止状态时，他（她）们的呼吸频率比成年人的大，但呼吸深度很小。每分钟呼吸量的绝对值是随年龄的增长而增大，但是每分钟呼吸量的相对值（按每公斤体重计）却呈现相反的现象。年龄越大，肺通量则越小。这是肌体发育过程对氧的需求越来越高的结果。呼吸系统和心脏——血管系统功能的提高保证了这一需求。7—10岁儿童，他们的机体从29—30升空气中摄取1升氧。少年时期，是从32—34升空气中摄取1升氧。在儿童时期，每21—22升循环血液可以为肌肉纤维提供1升氧。而成年人则从15—16升循环血液中摄取1升氧（A·3·柯尔钦斯卡亚）。

随着年龄的增长，特别是少年运动员，他（她）们的最大气体交换能力明显地增大（表7）。

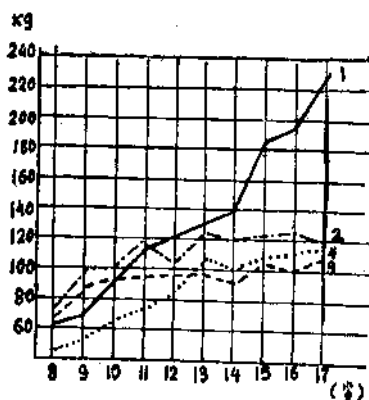
在做功时，低水平的肺通能力影响呼吸的增强。比如11—12岁儿童在以最大能力的练习中，耗氧量要比青少年和成年人的小（图二）。与此同时，年龄越大，氧脉（心脏一次搏出的血里所含氧量以毫升计）越高，从吸入体内的一升空气中所摄取的氧量越大。这一点说明，随着年龄的增长，呼吸系统的功能和血液循环系统功能之间的相互作用在加强。

表7

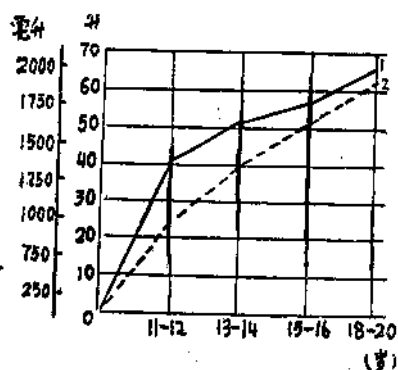
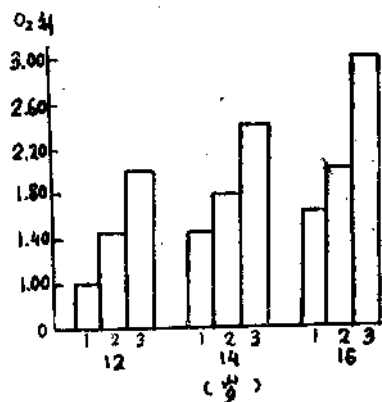
儿童、少年的气体交换能力

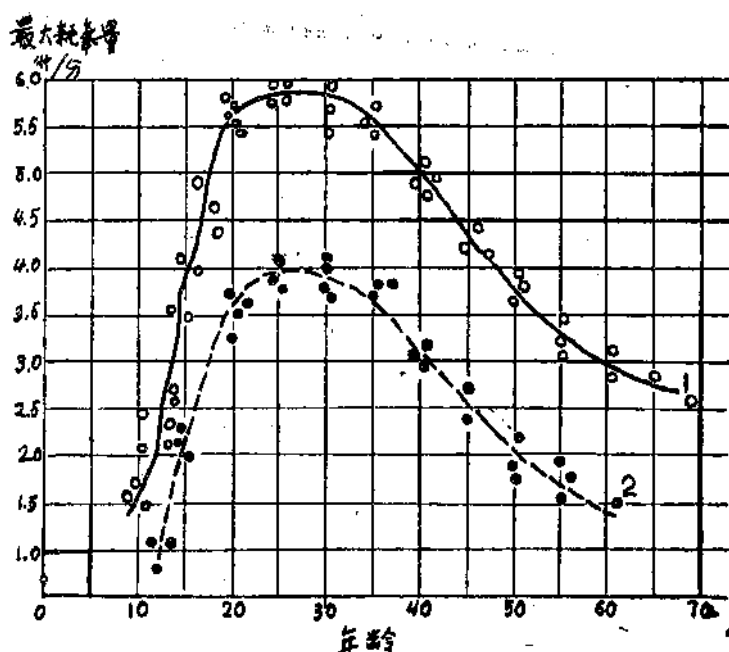
(P·E·英堤良斯卡亚)

年 龄 (岁)	从事周期性运动 项目的运动员	从事球类运动 项目的运动员	不从事体育运动 的 少 年 儿 童
13—14	75.667	71.281	48.292
15—16	85.676	86.761	58.792
17—18	88.964	91.426	63.459

← 图一、8—17岁中、小学生不同肌群的
静力性耐力水平示意图

1. 腓肠肌
2. 前臂屈肌
3. 前臂伸肌
4. 腰背伸肌 (Э·А·格洛得尼钦科)

图二、不同年龄的人在承受最大
负荷条件下每分钟的
呼吸量 (1) 和耗氧量
(2) (B·M·沃尔
科夫)图三、12、14、16岁发育差的 (1)、
发育正常的 (2) 和发育较早
的 (3) 少年儿童的最大耗氧
量示意图



图四 随年龄的增长而变化的氧债示意图
(1—男子、2—女子)

能量代谢。儿童的相对(对每公斤体重和每平方米体表面积)能量消耗高于成年人。这主要是体内物质氧化过程较强的原因造成的。在做同样功的前提下,儿童的能量消耗较大,原因是他们体内能量代谢水平比成人的低。他(她)们的有氧代谢,即最大耗氧能力指标(很重要的一项指标)很低。随着年龄的增长,最大耗氧能力增大。众所周知,最大耗氧能力不仅由成长年龄所决定,而且也受限于身体发育速度(图三)。从事体育运动的少年儿童,他(她)们的有氧代谢能力,要比不从事体育运动的少年儿童的有氧代谢能力高。

根据A·A·古明斯基于1973年所著文献记载,少年运动员在10岁时最大耗氧量已经比不从事体育运动的同龄人高出14%;到了16—17岁年龄阶段,则高出61—62%。男儿童最大耗氧量增长最快的年龄是13和14岁期间,最多可增长1100毫升。在这以后的年龄阶段,最大耗氧能力提高的幅度较小。17岁少年运动员的绝对最大耗氧量为5100毫升/分。也就是说,这一指标是10岁运动员的绝对最大耗氧量的200%,10—13岁男儿童的相对最大耗氧量(54.2—56.4毫升/分/公斤)也比15—17岁男少年的相对最大耗氧量(65.3—74.9毫升/分/公斤)低。青少年冰球运动员的最大耗氧能力,在性成熟阶段提高的最快。因为在性成熟阶段,身体功能系统发育得很迅速。

目前有这样一种观点,认为最大耗氧量主要受遗传因素的影响,体育运动训练对于这一指标的变化影响不大。然而,通过对少年速滑运动员、少年滑雪运动员和少年田径运动员的观察研究,我们得出结论:系统的体育运动训练能够大幅度地提高最大耗氧能力(A·A·古明斯基1973年, B·K·耶菲莫夫1977年)。

少年运动员的最大耗氧能力能够反映他们的机体对训练负荷的适应能力。据此，我们看到，最大耗氧能力较差的少年滑雪运动员，对于身体训练和规定训练负荷不能完全地适应。不论接受体育训练的，还是不从事体育运动的儿童，男子的最大耗氧能力比女子的高（表8）。

8—15岁少年儿童从事体育运动（I）和不从事体育运动的（I）最大耗氧能力（毫升/分）对比表
(C·B·季赫文斯基)

性 别	组 别	年 龄 (岁)			
		8—9	10—11	12—13	14—15
男	I	1492	1714	2221	2703
	II	1532	1627	1698	2299
女	I	1337	1533	1974	2221
	II	1022	1277	1509	1722

儿童的无氧机能水平较差。换句话说，在缺氧的条件下，不善于动员无氧供能系统为肌肉活动供能。8—9岁儿童在自行车功力器上做功，他所承受的最大负荷为8—9.3公斤/秒，此刻的氧债为800—1200毫升。12—14岁儿童所能承受的最大负荷为12—17公斤/秒，氧债2000—2500毫升。成年人所能承受的最大负荷为20—24公斤/秒，氧债为6000毫升（A·3·柯尔钦斯卡亚1977年）。我们看到，少年儿童的氧债水平要比成年人的低（图四）。这说明，少年儿童还不具备在做功时充分满足身体对氧的要求。三级和二级运动员最大氧债为7~9升，运动健将级运动员的最大氧债则达到13—16升以上。

随着年龄的增长，无氧代谢能力得到加强，同时血液中的乳酸含量发生变化。7—8岁儿童在完成次极限能力的训练之后，血液中乳酸含量上升到80毫克%。14—15岁的儿童的血液中的乳酸含量则上升到100毫克%，而成人的血液中的乳酸含量112毫克%。同时我们观察到，儿童在承受较大负荷时，他们体内无氧反应的比重，要比成年人的大。

因而，儿童与成年人相比，在承受同等负荷条件下，儿童血液中的乳酸含量要高（H·H·雅科伏列伏1960年）。

有氧代谢机能和无氧代谢机能的低下是影响少年运动员肌肉最大功能的一个重要因素。

在研究为机体成长发育供能问题的时候，必须考虑到有氧反应和无氧反应之间的关系，这一点很重要。最大耗氧的低下，加大了无氧反应的份额。很清楚，有氧代谢供能是最经济的供能方式，但是必须具备很高水平的最大耗氧能力来保证。所以需要在训练中提高最大耗氧能力，并且能够在整个做功的过程中保持最大耗氧水平。这对于提高供能效应是十分重要的。